

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平8-109069

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 4 月 30 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C04B 35/581				
B32B 5/18	101			
18/00		A 9349-4F		
			C04B 35/58	104 Z
				104 U
審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 7 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平6-271737

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 10 月 11 日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 木村 和生

神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 の 4 株式

会社東芝京浜事業所内

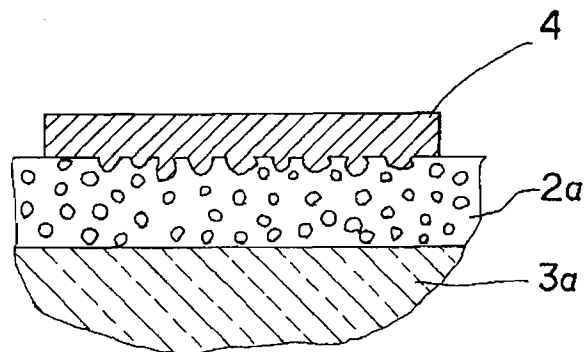
(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 窒化アルミニウム焼結体

(57) 【要約】

【目的】 表面に液相の染み出し部分が生じることがなく、接合強度が高い導電層を形成することが可能な窒化アルミニウム焼結体を提供する。

【構成】 窒化アルミニウム焼結体本体 3 a の少なくとも一部の表面に、相対密度が 9 0 % 未満の多孔質窒化アルミニウム層 2 a を一体に形成したことを特徴とする。また窒化アルミニウム焼結体本体 3 a 内部の相対密度は 9 0 % 以上とする。さらに多孔質窒化アルミニウム層 2 a の厚さは 2 0 ~ 1 0 0 0  $\mu$  m に設定するとよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒化アルミニウム焼結体本体の少なくとも一部の表面に、相対密度が90%未満の多孔質窒化アルミニウム層を一体に形成したことを特徴とする窒化アルミニウム焼結体。

【請求項2】 窒化アルミニウム焼結体本体内部の相対密度が90%以上であることを特徴とする請求項1記載の窒化アルミニウム焼結体。

【請求項3】 多孔質窒化アルミニウム層の厚さが20～1000μmであることを特徴とする請求項1記載の窒化アルミニウム焼結体。

【請求項4】 窒化アルミニウム焼結体本体表面に任意の平面形状の多孔質窒化アルミニウム層を形成したことを特徴とする請求項1記載の窒化アルミニウム焼結体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体装置用の絶縁性基板や放熱基板部品として使用される窒化アルミニウム焼結体に係り、特に導電層との接合強度を高めることが可能な窒化アルミニウム焼結体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】窒化アルミニウム（AlN）焼結体は高温まで強度低下が少なく、化学的耐性にも優れているため、耐熱材料として用いられる一方、その高熱伝導性、高電気絶縁性を利用して半導体装置の放熱板材料、回路基板用絶縁体材料としても広く使用されている。

【0003】上記窒化アルミニウム焼結体は通常、微細な窒化アルミニウム粉末に、焼結助剤として1～7重量%の希土類元素化合物（例えばY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）を添加した原料混合体を加圧成形法等によって所定形状に成形し、得られた成形体を窒化アルミニウム製または窒化ほう素製の敷き板上に載置し、これらを窒化アルミニウム製またはカーボン製の鞘と蓋とから成る焼成容器内に収容し、窒素ガスを含む還元性雰囲気中で1600～2000℃の温度で長時間焼成して製造されている。

【0004】このようにして製造された窒化アルミニウム焼結体は、他のセラミックス焼結体と比較して高い熱伝導率を有することを特徴としているが、この熱伝導率の高低は焼結体内部の不純物酸素量の多少に大きく影響される。すなわち上記焼成操作により、焼結助剤として添加した酸化イットリウム（Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）が窒化アルミニウム原料粉末表面の酸素や粉末内部の酸素と反応してAl<sub>1-x</sub>Y<sub>x</sub>O<sub>3(x+y)/2</sub>などのイットリウム・アルミニウム化合物の液相を生成し、この液相により原料粉末の焼結が促進される。

【0005】一方、焼結時にAlN中に固溶する酸素が、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を添加することにより、結晶粒界の酸化物として偏析する。その結果、窒化アルミニウム結晶粒子内が高純度化され、格子欠陥の少ないAlN焼結体となり、熱伝導率が向上するものと考えられる。

【0006】なお上記結晶粒界相に残存するAl<sub>2</sub>Y<sub>3</sub>O<sub>12</sub>、AlYO<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>Y<sub>3</sub>O<sub>9</sub>などの酸化物は熱伝導の阻害物質になると考えられている。

【0007】そこで焼成容器としてカーボン製容器および蓋を使用し、カーボンガスおよび窒素ガスを含有する還元性雰囲気中でAlN成形体の焼成を行ない、粒界相の酸化物を低減する方法も採用される。すなわち上記カーボンガスおよび窒素ガスを含有する還元性雰囲気にて焼成を行なうと、粒界相に残存していたイットリウム・アルミニウム化合物は焼結体表面でカーボンガスにより還元され、さらに窒素ガスと反応して窒化イットリウム

（YN）を生成する。このような還元窒化反応が焼結体の表面のみで進行しても、焼結体内部での物質拡散が順次起こり、焼結体内部から粒界相を徐々に排除することができる。その結果、260W/m・K程度の、より高い熱伝導率を有するAlN焼結体も得られている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記AlN焼結体によれば、その化学組成、熱伝導率、密度などの諸特性は、焼結体の各部分において一様である。しかしながら、焼結したままのAlN焼結体表面には、液相が染み出て固化した部分が局部的に形成されているため、その焼結体表面に、例えば高融点金属メタライズ法等で導電層を形成して回路基板を形成しようとしても、導電層の接合強度が低くなる欠点がある。そこで従来はラッピング加工やホーニング加工により、予め上記染み出し部分を削り取り、しかる後に導電層（メタライズ回路パターン）を形成する方法を採用していた。しかしながら、この方法においても、導電層の接合強度は充分ではなく、さらに機械的な研削加工の工数も付加されるため、安価に回路基板を製作することが困難であるという問題点があった。

【0009】また従来の窒化アルミニウム焼結体の製造方法においては、成形体全体に還元雰囲気均一に作用するように焼成していたため、組成、熱伝導率、密度などの特性は、一様な焼結体しか得られなかった。そのため、例えば要求伝熱特性が異なる素子等を複数搭載する基板材料としては、その素子の要求特性に応じた基板を個別に調製する必要があった。

【0010】本発明は上記問題点を解決するためになされたものであり、表面に液相の染み出し部分が生じることがなく、接合強度が高い導電層を形成することが可能な窒化アルミニウム焼結体を提供することを目的とする。

【0011】また焼結体の表面とその内部とにおいて、または焼結体の同一表面の任意形状部分において、組成、熱伝導率、密度などの特性が異なる窒化アルミニウム焼結体を提供することを他の目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者は上記目的を達

成するため、窒化アルミニウム成形体の焼成条件を種々変えて焼結体を形成し、各条件が焼結体の組成、密度等に及ぼす影響を比較検討した。その結果、特に窒化アルミニウム成形体と焼成用カーボン容器の内壁との距離を調節することにより、表面に液相の染み出し部分がなく、また焼結体の表面と内部とで密度や組成が異なる窒化アルミニウム焼結体が得られた。すなわち焼結体表面に窒化アルミニウムと窒化イットリウムとから成る低密度の多孔質窒化アルミニウム層が形成される一方、内部は緻密な窒化アルミニウムから成る窒化アルミニウム焼

【0013】この皮膜状の多孔質窒化アルミニウム層は、焼結体内部と比較して還元作用によって生じた窒化イットリウム(YN)が存在し、熱伝導率および密度が低いという特徴を有している。そしてこの多孔質窒化アルミニウム層を介して窒化アルミニウム焼結体表面に、メタライズ法等によって導電層を形成したときに高い接合強度を有する回路基板が得られるという知見を得た。本発明は上記知見に基づいて完成されたものである。

【0014】すなわち本発明に係る窒化アルミニウム焼結体は、窒化アルミニウム焼結体本体の少なくとも一部の表面に、相対密度が90%未満の多孔質窒化アルミニウム層を一体に形成したことを特徴とする。また窒化アルミニウム焼結体本体内部の相対密度は90%以上とする。さらに多孔質窒化アルミニウム層の厚さは20~1000 $\mu$ mに設定するとよい。また、窒化アルミニウム焼結体本体表面に任意の平面形状の多孔質窒化アルミニウム層を形成して構成することもできる。

【0015】本発明の窒化アルミニウム焼結体は、窒化アルミニウム原料粉末に対して1~7重量%の焼結助剤を添加して調製した原料混合体を成形し、得られた成形体をカーボン製焼成容器内に収容した状態で還元雰囲気中で1700~2000 $^{\circ}$ Cの温度で3~100時間焼成して製造される。

【0016】上記窒化アルミニウム原料粉末としては、焼結性および熱伝導性を考慮して不純物酸素含有量が3重量%以下に抑制され、かつ平均粒径が0.05~5 $\mu$ m、好ましくは3 $\mu$ m以下のAlN原料粉末を使用する。

【0017】従来、熱伝導率が260W/m $\cdot$ K程度の高熱伝導性AlN焼結体を製造する場合には、焼成用カーボン容器から発生するカーボンガスを含む還元雰囲気

は逆に成形体の特定表面をカーボン容器の内壁に接近させたり、または焼成時に還元性ガスを放出するカーボンなどの還元物質を含有するペーストを成形体表面に部分的に塗布したり、あるいは上記還元物質を含有する治具を成形体上に部分的に載置したりすることにより、カーボンガス等の還元作用をより強く受ける焼結体部位を設定し、この部位に部分的に多孔質AlN層を形成するものである。

【0018】窒化アルミニウム原料粉末に添加されたY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの焼結助剤はAlN結晶粒の緻密化に大きく影響し、焼結助剤が少ない場合には、焼結体の緻密化が阻害されることになる。しかるに本願発明の焼成方法において、AlN成形体を焼成用カーボン容器の内壁に接近させることにより、または還元物質を含有するペーストや治具を成形体に塗布または載置したりすることにより、焼成初期において成形体表面に存在する焼結助剤としてのY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>がカーボンガス等によって還元され、同時に雰囲気中の窒素ガスによって窒化されて窒化イットリウム(YN)となる。つまり、カーボン容器内壁に接近したAlN成形体の表面部分のみ、またはペーストを塗布した部分、治具を載置した部分のみにおいて焼結助剤が欠乏状態となり、焼成後においても緻密化しない。一方、AlN成形体の表面の上記以外の部分においては充分な焼結助剤が残留し、通常通りの焼結が進行し、さらに焼結体の緻密化および高純度化が進行する。このようにして表面だけに緻密化が進行しない多孔質窒化アルミニウム層が形成され窒化イットリウム(YN)が残る一方、内部には緻密なAlN焼結体本体が形成される。

【0019】こうして形成された多孔質AlN層は、内部のAlN焼結体内部と比較して相対的に熱伝導率および密度が低いなどの特徴を有する。

【0020】また上記多孔質AlN層の相対密度は、その上部に導電層を形成して回路基板を製作する場合に、導電層の接合強度に影響を与える。多孔質AlN層の相対密度が90%以上となると、導電層との接合強度が低下するため、多孔質AlN層の相対密度は90%未満に設定される。さらに多孔質AlN層の厚さは20~1000 $\mu$ mの範囲に設定される。この厚さが20 $\mu$ m未満の場合には、導電層の接合強度の改善効果が少ない一方、厚さが1000 $\mu$ mを超えると、AlN焼結体全体の構造強度が低下し、さらにAlN本来の高熱伝導性が損われる。

【0021】また表層部の多孔質AlN層以外の部分、すなわち内部のAlN焼結体本体の相対密度は、焼結体全体の構造強度を保持させるために90%以上、好ましくは93%以上とする。

【0022】上記所定厚さの多孔質AlN層を形成するためには、焼成時におけるAlN成形体とカーボン製焼成容器の内壁との距離を3~20mmに設定して焼成を行なう。

【0023】なお、多孔質A1N層を形成する方法として、上記製法では、出発素体としてA1N成形体を使用しているが、一旦通常の焼結法によって製造したA1N焼結体を、カーボン製焼成容器内に収容し、A1N焼結体とカーボン容器の内壁との間隔を上記範囲に設定して焼成することにより形成する方法、または還元物質を含有するペーストや治具を焼結体に塗布または載置した後に、再度焼成して形成する方法も使用できる。

#### 【0024】

【作用】上記構成に係る窒化アルミニウム焼結体によれば、液相成分を還元して多孔質窒化アルミニウム層を形成しているため、液相の染み出し部分等が形成されず、そのまま導電層を形成した場合に、導電層成分が多孔質窒化アルミニウム層の空孔部分に回り込んで固化するため、導電層の接合強度を大幅に高めることができ、信頼性が高い回路基板等を安価に提供することができる。

【0025】また上記多孔質窒化アルミニウム層を部分的に形成することにより、密度や熱伝導性などの特性が異なった焼結体が得られ、要求特性が異なる複数の素子部品などを1個の窒化アルミニウム焼結体に組み付けることが可能になり、素子搭載基板等を安価に製造することが可能になる。

#### 【0026】

【実施例】以下本発明の実施例について添付図面を参照してより具体的に説明する。

#### 【0027】実施例1～5

0.7重量%の不純物酸素を含有する平均粒径1.0μmの窒化アルミニウム原料粉末に焼結助剤としての酸化イットリウム(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を5重量%添加し、さらにバインダーを加えて混合後、ドクターブレード法によってシート成形した。得られたシート状成形体を複数層熱圧着して積層成形体とし、この積層成形体を窒素ガス雰囲気中で温度500℃で脱脂した後に、脱脂体を窒化アルミニウム製の敷き板に載置し、脱脂体を載置した敷き板をカーボン製焼成容器内に収容した。そして脱脂体と焼成容器の内壁との間隔を、表1に示すように、3～15mmの範囲でそれぞれ設定し、カーボンガスを含有する9気圧の窒素ガス雰囲気において温度1800℃で2時間保持した後、窒素ガス圧力を1気圧に下げた状態で温度1850℃で24時間加熱焼成することにより、実施例1～5に係るA1N焼結体を調製した。

#### 【0028】比較例1～3

一方、実施例1～5において、脱脂体とカーボン製焼成容器の内壁との間隔を30, 50, 70mmの範囲と広く

設定した以外は、実施例1～5と同様に成形・脱脂・焼成処理してそれぞれ比較例1～3に係るA1N焼結体を調製した。

【0029】こうして調製した実施例1～5のA1N焼結体においては、表面部が還元されて多孔質A1N層が形成されているため、液相の染み出し部分は一切観察されなかった。また実施例1～5のA1N焼結体の表面近傍の組織を調査するため、各試料の厚さ方向の断面を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察したところ、図1および図2に示すような結果を得た。

【0030】図1～図2に示すように実施例1～5のA1N焼結体においては、表面1から厚さ50～800μmの範囲に亘って多孔質A1N層2が形成され、それより内部には、緻密なA1N焼結体本体3が形成されており、焼結体の表層部と内部とで組織が全く異なっていることがわかる。また緻密なA1N焼結体本体3をさらに拡大してSEM観察したところ、窒化アルミニウム結晶粒子と粒界部のイットリウム・アルミニウム化合物とが観察された。

【0031】一方、実施例1～5の焼結体から多孔質A1N層部分のみを粉砕し、得られた粉末をX線回折装置(XRD)に供してその構成成分を調査した結果、図3に示すようなXRDプロファイルを得た。すなわち多孔質A1N層は、A1N結晶粒子と、助剤成分等が還元されて生成した窒化イットリウム(YN)とから成ることが判明した。

【0032】一方、比較例1～3に係るA1N焼結体においては、成形体とカーボン容器との間隔を従来通り広く設定しているため、表面部における還元窒化反応が大きく進行することはなく、多孔質A1N層の形成は確認できず、厚さ方向について組織も均一であった。

【0033】また上記実施例1～5および比較例1～3に係るA1N焼結体表面にそれぞれ高融点金属メタライズ法によって導電層を形成し、その導電層の接合強度を測定した。すなわちA1N焼結体表面にMo-Mnペーストを塗布した後に、窒素ガスを封入した加熱炉中で温度1700℃で20分間焼成し、Mo-Mnから成る厚さ20μmの導電層を形成した、次に各導電層上面にピンを半田接合して固定し、そのピンを上方に引っ張り上げて導電層が剥離する際の最大プル強度を接合強度として測定し、下記表1に示す結果を得た。

#### 【0034】

#### 【表1】

試料No.	成形体とカーボン容器との間隔 (mm)	AlN焼結体内部		多孔質AlN層		メタライズ層の 接合強度 (kgf/mm <sup>2</sup> )
		相対密度 (%)	熱伝導率 (W/m·K)	厚さ (μm)	相対密度 (%)	
実施例1	3	98	230	800	50	48
実施例2	5	99	230	500	58	60
実施例3	7	99	231	300	65	55
実施例4	10	100	235	150	73	51
実施例5	15	100	232	50	80	48
比較例1	30	100	235	-	-	43
比較例2	50	100	234	-	-	41
比較例3	70	100	235	-	-	42

【0035】表1に示す結果から明らかなように、焼成時におけるAlN成形体とカーボン製焼成容器の内壁との間隔を小さくして焼成することにより多孔質AlN層を形成した実施例1～5に係るAlN焼結体においては、多孔質AlN層を形成しない比較例1～3に係るAlN焼結体と比較して、いずれも導電層の接合強度が高く、耐久性に優れた回路基板として使用できることが判明した。

【0036】上記のように導電層の接合強度が高くなる理由は、図4に示すように、AlN焼結体本体3aの表面部に形成された多孔質AlN層2aの空孔部に導電層4の構成成分が回り込むことによって多孔質AlN層2aと導電層4との引っ掛かりによる接合面積が増加するためと考えられる。

【0037】また、実施例1～5に係るAlN焼結体の表面には液相の染み出し部分が形成されないため、染み出し部分を除去するためのラッピング加工やホーニング加工が不要であり、焼結後、そのままの状態で導電層を形成して回路基板を形成することができる。したがって、接合強度の高い導電層を形成する回路基板を安価に製造することができる。

【0038】さらに上記各実施例によれば、表面と内部とにおいて、密度、熱伝導率、組成などの諸特性が異なる焼結体が得られるため、要求特性が異なる複数の素子部品などを1枚の焼結体表面上に組み付けることができる。したがって、従来要求特性毎に基板を個別に調製していた場合と比較して素子搭載部品等を安価に、かつ低コストで製造することができる。

【0039】また本実施例に係るAlN焼結体によれば、熱伝導性および光透過性が小さい多孔質AlN層を所定箇所形成することによって、熱の伝達方向や光の透過方向を任意に設定することができる。すなわち図5に示すようにAlN焼結体本体3bの裏面に多孔質AlN層2bを形成した場合には、裏面方向には熱を伝達せずに矢印で示すように表面と側面方向のみに熱を伝達する基板を形成することができる。一方、図6に示すように、柱状のAlN焼結体本体3cの側面のみに多孔質AlN層2cを形成した場合には、矢印で示すように、AlN

焼結体の高さ方向のみ、熱を伝達したり、光を透過させることができる。

#### 【0040】実施例6

0.7重量%の不純物酸素を含有する平均粒径1.0μmの窒化アルミニウム原料粉末に焼結助剤としての酸化イットリウム(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を5重量%添加し、さらにバインダーを加えて混合後、ドクターブレード法によってシート成形した。得られたシート状成形体を複数層熱圧着して積層成形体とした。次に図7に示すように、この積層成形体5の表面に、カーボン(グラファイト)ペーストをスクリーン印刷して所定形状のペースト層6a, 6bを形成した。次にこの積層成形体5を窒素ガス雰囲気中で温度500℃で脱脂した後に、脱脂体を窒化アルミニウム製の敷き板に載置し、脱脂体を載置した敷き板をカーボン製焼成容器内に收容した。そしてこの脱脂体を收容した焼成容器を、カーボンガスを含有する9気圧の窒素ガス雰囲気において温度1800℃で2時間保持して焼成した後、窒素ガス圧力を1気圧に下げた状態で温度1850℃で24時間保持して熱処理することにより、実施例6に係るAlN焼結体を調製した。

【0041】上記実施例6に係るAlN焼結体においては、図8に示すようにカーボンペーストを印刷した形状に対応して平面形状の多孔質AlN層2d, 2eが形成される一方、印刷を行なわない部位においては、通常の高密度で高熱伝導率の窒化アルミニウム焼結体の性状を呈していた。

【0042】また上記AlN焼結体の多孔質AlN層2d, 2e上面に、Mo-Mnペーストを塗布した後に、窒素ガスを封入した加熱炉中で温度1700℃で20分間焼成し、図9に示すようにAlN焼結体本体3dの上面に多孔質AlN層2d, 2eを介してMo-Mnから成る厚さ15μmの導電層4a, 4bを形成した。そしてこの導電層4a, 4bの最大プル強度を同様に測定したところ、前記実施例1～5の場合と同様に高い値が得られた。

#### 【0043】実施例7

0.7重量%の不純物酸素を含有する平均粒径1.0μmの窒化アルミニウム原料粉末に焼結助剤としての酸化

イットリウム ( $Y_2O_3$ ) を5重量%添加し、さらにバインダーを加えて混合後、ドクターブレード法によってシート成形した。得られたシート状成形体を複数層熱圧着して積層成形体とし、この積層成形体を窒素ガス雰囲気中で温度500℃で脱脂した後に、脱脂体を窒化アルミニウム製の敷き板に載置し、脱脂体を載置した敷き板を窒化アルミニウム製焼成容器内に収容した。そしてこの脱脂体を収容した焼成容器を1気圧の窒素ガス雰囲気において温度1800℃で2時間保持して焼成し熱伝導率が170W/m・KのAlN焼結体本体を調製した。

次に得られたAlN焼結体本体上に所定形状のカーボン製治具を載置し、この治具を載置したAlN焼結体本体をカーボン製焼成容器内に収容した状態で、1気圧の窒素ガス雰囲気中で温度1850℃で24時間保持して熱処理することにより、実施例7に係るAlN焼結体を調製した。

【0044】上記実施例7に係るAlN焼結体においては、載置した治具の形状に対応して平面形状の多孔質AlN層が形成される一方、治具を載置しない部位においては、通常の高密度で高熱伝導率の窒化アルミニウム焼結体の性状を呈していた。

【0045】また前記実施例6と同様に上記AlN焼結体の多孔質AlN層上面に、導電層を形成し、その最大プル強度を同様に測定したところ、前記実施例1～5の場合と同様に高い値が得られた。

【0046】実施例6～7によれば、所望の形状の多孔質窒化アルミニウムを通常の緻密な窒化アルミニウム表面に一体に形成することができ、その多孔質部分は液相成分を還元して多孔質窒化アルミニウム層を形成している。そのため、液相の染み出し部分等が形成されず、そのまま多孔質窒化アルミニウム層の表面に導電層を形成した場合に、導電層成分が多孔質窒化アルミニウム層の空孔部分に回り込んで固化するため、導電層の接合強度を大幅に高めることができた。一方、導電層を形成しない部分については通常の窒化アルミニウムの特性が得られるため、放熱性が高く、また信頼性が高い回路基板等を安価に提供することができた。

【0047】

【発明の効果】以上説明の通り本発明に係る窒化アルミ

ニウム焼結体によれば、液相成分を還元して表面部に多孔質窒化アルミニウム層を形成しているため、液相の染み出し部分等が形成されず、そのまま導電層を形成した場合に、導電層成分が多孔質窒化アルミニウム層の空孔部分に回り込んで固化するため、導電層の接合強度を大幅に高めることができ、信頼性が高い回路基板等を安価に提供することができる。

【0048】また上記多孔質窒化アルミニウム層を部分的に形成することにより、密度や熱伝導性などの特性が異なった焼結体を得られ、要求特性が異なる複数の素子部品などを1個の窒化アルミニウム焼結体に組み付けることが可能になり、素子搭載基板等を安価に製造することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る窒化アルミニウム焼結体の結晶組織を示す走査型電子顕微鏡 (SEM) 写真。

【図2】図1に示す結晶組織を模式的に示す断面図。

【図3】多孔質AlN層部分のXRDプロファイルを示すグラフ。

【図4】導電層を形成したAlN焼結体を模式的に示す断面図。

【図5】実施例の窒化アルミニウム焼結体の熱の移動方向を示す断面図。

【図6】実施例の窒化アルミニウム焼結体中の熱の移動方向および光の透過方向を示す断面図。

【図7】窒化アルミニウム積層成形体表面にペースト層をスクリーン印刷した状態を示す斜視図。

【図8】図7に示す積層成形体を焼成した後の図7におけるVIII-VIII矢視断面図。

【図9】図8に示す多孔質AlN層表面に導電層を形成した窒化アルミニウム焼結体の断面図。

【符号の説明】

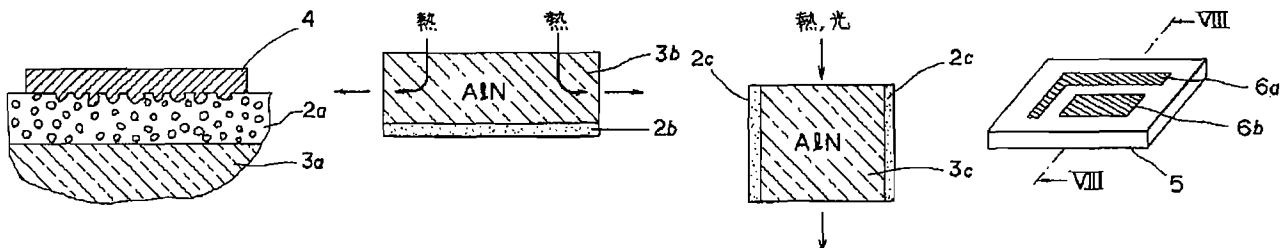
- 1 AlN焼結体表面
- 2, 2a, 2b, 2c, 2d, 2e 多孔質AlN層
- 3, 3a, 3b, 3c, 3d AlN焼結体本体 (内部)
- 4, 4a, 4b 導電層
- 5 AlN積層成形体
- 6a, 6b ペースト層

【図4】

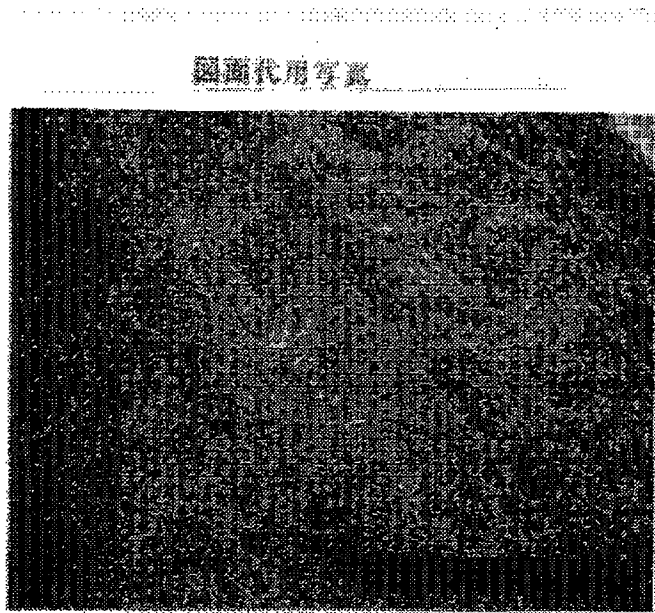
【図5】

【図6】

【図7】

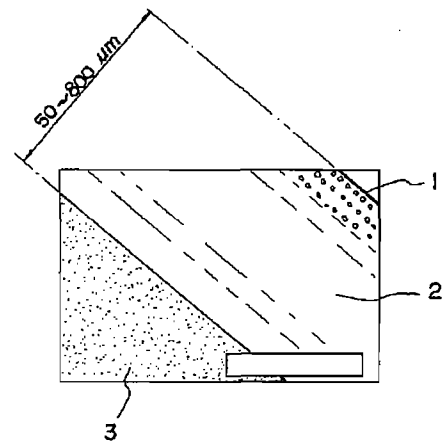


【図 1】

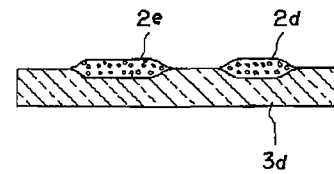


写 真

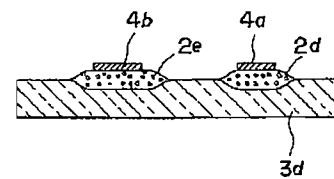
【図 2】



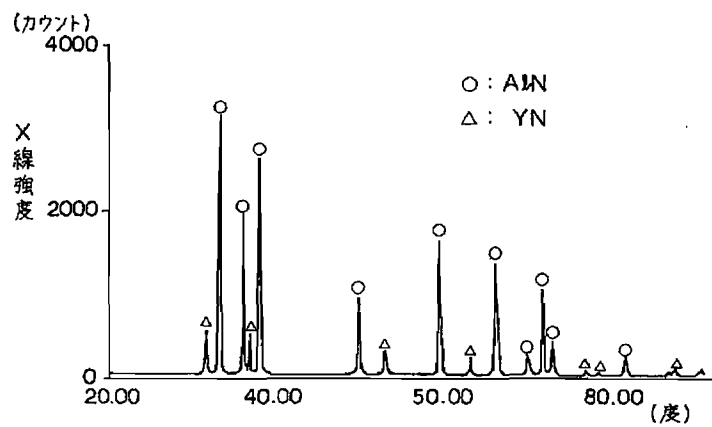
【図 8】



【図 9】



【図 3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

C 0 4 B 35/64

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 0 4 B 35/64

A